

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 55 351.3

**Anmeldetag:** 27. November 2002

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Generieren von Multiplikator-  
koeffizienten für einen Mischer

**IPC:** H 03 D 7/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Letang'.

Letang

Verfahren zum Generieren von Multiplikatoroeffizienten für einen Mischer

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Generieren von Multiplikatoroeffizienten für einen Mischer und einen Mischer zum Mischen eines digitalen Eingangssignals mit einem abgetasteten Sinussignal.

Ein Modulator hat Eingänge für eine Trägergröße und für eine modulierende Größe sowie einen Ausgang für das durch die Modulation entstandene Signal. Soweit Modulatoren zur Frequenzumsetzung dienen bezeichnet man sie auch als Mischer bzw. Frequenzumsetzer.

Figur 1 zeigt eine Anordnung nach dem Stand der Technik. Ein von einem Sender generierte Sendesignal wird über einen Übertragungskanal zu einem Empfänger übertragen. Der Empfänger wandelt das analoge Eingangssignal in ein digitales Signal mit einer bestimmten Frequenz  $f_s$  um. Durch Multiplikation im Zeitbereich führt der Mischer eine Frequenzumsetzung durch, bei der das abgetastete Signal mit der Frequenz  $f_s$  auf eine Zwischenfrequenz ZF zur weiteren Datenverarbeitung heruntergemischt wird. Die Frequenzumsetzung erfolgt in einem bestimmten Verhältnis  $m$ . Bei GSM beträgt beispielsweise  $m=10$  während bei Wireless LAN  $m=8$  beträgt.

Figur 2 zeigt den schaltungstechnischen Aufbau eines herkömmlichen 1:m Mixers nach dem Stand der Technik. Das abgetastete Signal wird an einen Eingang E des Mixers angelegt.

Über Datenleitungen  $n_i$  wird das digitale Empfangssignal an eine Multipliziereinheit geleitet, die das digitale Empfangssignal mit Multiplikationsfaktoren  $MF_i$  mit einer bestimmten Wortbreite WB im Zeitbereich multipliziert. Das multiplizierte Signal wird einer Normiereinheit zugeführt und über einen Ausgang A des 1:m Mixers abgegeben.

Der in Figur 2 dargestellte Mischer enthält eine Speichervorrichtung zum Abspeichern von Abtastwerten  $aw_i$ . Dabei werden m Abtastwerte in dem Speicher, beispielsweise einem ROM abgelegt. Durch einen Adressgenerator werden die Abtastwerte zyklisch ausgelesen und an die Multipliziereinheit angelegt. Bei den Abtastwerten  $aw_i$  handelt es sich um abgetastete Werte eines Sinussignals, wie es in Figur 3 dargestellt ist. Bei dem in Figur 3 dargestellten Beispiel handelt es sich um die Abtastwerte, die in einem 1 : 10 Mischer nach dem Stand der Technik abgelegt werden. In dem Speicher des Mischers werden 10 Abtastwerte des Sinussignals  $aw_0$  bis  $aw_9$  abgelegt. Der abgelegte Satz von Multiplikatoren ist bei dem dargestellten Beispiel:  $MF_i = \{0, +MF_1, +MF_2, +MF_2, +MF_1, 0, -MF_1, -MF_2, -MF_2, -MF_1, 0\}$ .

15

Der in Figur 2 dargestellte Mischer zum Stand der Technik dient zur Verschiebung des Frequenzspektrums in das Basisband des ankommenden überabgetasteten Empfangssignals. Das Mischen geschieht, indem das Eingangssignal mit dem abgetasteten Sinussignal, wie es in Figur 3 dargestellt ist, multipliziert wird. Dabei geschieht das Mischen vorzugsweise hinter dem Analog/Digitalwandler, wie in Figur 1 dargestellt, da die Signalverarbeitung im Basisband einfacher ist als im Passband.

Bei dem in Figur 3 dargestellten Beispiel für einen 1 : 10 Mischer beträgt  $MF_1 = \text{Sinus } \Pi/5$  bzw.  $\text{Sinus } 36^\circ$  und  $MF_2 = \text{Sinus } 2 \Pi/5 = \text{Sinus } 72^\circ$ .

30

Somit ergibt sich für  $MF_1 = \text{Sinus } 36^\circ = 0,587785252\dots$


und für  $MF_2 = \text{Sinus } 72^\circ = 0,951056516 \dots$

35

Wird das Empfangssignal mit einem abgetasteten Sinussignal in der Amplitude quantisiert, so erhält man bei einer Verdopplung der Wortbreite WB des Signals bzw. Sinussignals eine um 6 Dezibel höhere Genauigkeit, die Erhöhung der Genauigkeit des ADC/DAC als auch der Miskerkoeffizienten ist zueinander

proportional. Bei einem herkömmlichen Mischer, wie er in Figur 2 dargestellt ist, wird die Wortbreite WB solange erhöht, bis die gewünschte Genauigkeit erreicht ist.

5 Der in Figur 2 dargestellte Mischer nach dem Stand der Technik hat den Nachteil, dass die notwendige Wortbreite WB relativ groß ist. Dies hat wiederum zur Folge, dass die notwendige Multipliziereinheit schaltungstechnisch nur sehr aufwendig realisierbar ist. Darüber hinaus ist der für die Speicherein-  
10 heit notwendige Speicherplatz für die Miskerkoeffizienten relativ groß.

 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Generieren von Multiplikatorckoeffizienten für einen Mischer und einen entsprechenden Mischer zu schaffen, bei  
15 dem die Wortbreite der Multiplikatorckoeffizienten relativ gering ist und die dennoch eine sehr hohe Genauigkeit bieten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit dem im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmal und durch einen Mischer mit den im Patentanspruch 8 bzw. 9 angegebenen Merkmalen gelöst.

20

Die Erfindung schafft ein Verfahren zum Generieren von Multiplikatorckoeffizienten für einen 1:m Mischer mit den folgenden  
25 Schritten, nämlich  
rekursives Berechnen eines Multiplikatorsatzes,  
Selektieren einer aus mehreren Multiplikatoren bestehenden Multiplikatorgruppe aus dem berechneten Multiplikatorsatz in  
30 Abhängigkeit von einem vorgegebenen Signalrauschverhältnis des Mischers,  
und Einschreiben von Multiplikatorckoeffizienten in einen Speicher des Mischers entsprechend der selektierten Multiplikatorgruppe.

35

Das erfindungsgemäße Verfahren führt zu Multiplikatorckoeffizienten bei denen durch eine Verdopplung der Wortbreite WB

der Multiplikatoroeffizient eine um 12 dB höhere Genauigkeit des Mischers erreicht wird.

Man erzielt hierdurch ein nahezu perfektes Mischen, selbst wenn die Eingangssignale eine geringe Amplitude aufweisen und/oder Nachbarkanäle mit hohen Amplituden vorhanden sind. Hierdurch wird die notwendige Eingangswortbreite geringer. Dies führt dazu, dass die Fläche bzw. der Stromverbrauch der nachfolgenden Stufen ebenfalls verringert werden kann.

10

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Mischer ein 1 : 10 Mischer, wobei bei der rekursiven Berechnung nach Initialisierung

eines ersten Multiplikators  $V_0$  des Multiplikatorsatzes (MS)

auf Null ( $V_0 = 0$ ) und

eines zweiten Multiplikators  $V_1$  des Multiplikatorsatzes (MS) auf eins ( $V_1 = 1$ )

die weiteren Multiplikatoren des Multiplikatorsatzes (MS) gemäß folgender Rekursionsvorschrift berechnet werden:

20

$$V_{i+2} = V_i + V_{i+1} \text{ für alle } i = 0, 1, 2 \dots i_{\max}$$

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird eine aus zwei Multiplikatoren bestehende Multiplikatorgruppe aus dem Multiplikator selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

25

$$(\text{SNR}) = 20 \log \left[ \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right]^2 \cdot \left( i + \frac{1}{2} \right)$$

hervorrufen, das höher ist als das vorgegebene Signal-Rauschverhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers ist.

30

Dabei werden vorzugsweise die folgenden Multiplikatoroeffizienten (MK) in den Speicher eingeschrieben:

$$\text{MK} = \{0, V_i, V_{i+1}, V_{i+1}, V_i, 0, -V_i, -V_{i+1}, -V_{i+1}, -V_i\}.$$

35

Bei einer zweiten Ausführungsform des 1 : 10 Mischers wird eine aus drei Multiplikatoren bestehende Multiplikatorgruppe aus dem Multiplikatorsatz selektiert, deren Laufindex  $i$  ein

$$\text{Signal Signalrauschverhältnis (SNR)} = 20 \log \left[ \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right]^2 \cdot (i+1)$$

- 5 hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers.

Dabei werden vorzugsweise folgende Multiplikatorcoeffizienten (MK) in den Speicher des Mischers eingeschrieben:

10

$$\text{MK} = \{V_i, V_{i+2}, 2 \cdot V_{i+2}, V_{i+2}, V_i, -V_i, -V_{i+2}, -2 \cdot V_{i+2}, -V_{i+2}, -V_i\}.$$

Bei einer alternativen Ausführungsform ist der Mischer ein 1 : 8 Mischer, wobei bei der rekursiven Berechnung nach Initialisierung

15

eines ersten Multiplikators  $V_0$  des Multiplikatorsatzes auf Null ( $V_0 = 0$ ) und eines zweiten Multiplikators  $V_1$  des Multiplikatorsatzes (MS) auf eins ( $V_1 = 1$ ) die weiteren Multiplikatoren des Multiplikatorsatzes (MS) gemäß folgender Rekursionsvorschrift berechnet werden:

20

$$V_{i+2} = V_i + V_{i+1}$$

$$V_{i+3} = V_i + V_{i+2}$$

25

für alle geradzahligen  $i = 0, 2, 4 \dots i_{\text{max}}$ .

Hierbei wird eine aus zwei Multiplikatoren bestehende Multiplikatorgruppe aus dem Multiplikatorsatz selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

30

$\text{SNR} = 20 \log (1 + \sqrt{2}) \cdot i$  hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers.

Vorzugsweise werden folgende Multiplikatorcoeffizienten (MK) in den Speicher des Mischers eingeschrieben:

35

$$\text{MK} = \{0, V_i, V_{i+1}, V_i, 0, -V_i, -V_{i+1}, -V_i\}.$$

Bei einer alternativen Ausführungsform des 1 : 8 Mischers wird eine aus zwei Multiplikatoren ( $V_i$ ,  $V_{i+2}$ ) bestehende Multiplikatorgruppe (MG) aus dem Multiplikatorsatz (MS) selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

- 5  $\text{SNR} = 20 \log [1 + \sqrt{2}] (i+1)$  hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers.

Vorzugsweise werden dabei folgende Multiplikatorcoeffizienten (MK) in den Speicher des Mischers eingeschrieben:

10

$$\text{MK} = \{V_i, V_{i+2}, V_{i+2}, V_i, -V_i, -V_{i+2}, -V_{i+2}, -V_i\}.$$

Bei einer alternativen Ausführungsform der Mischer 1 : 12 Mischer, wobei

- 15 bei der rekursiven Berechnung nach Initialisierung eines ersten Multiplikators  $V_0$  des Multiplikatorsatzes (MS) auf eins ( $V_0 = 1$ ) und eines zweiten Multiplikators  $V_1$  des Multiplikatorsatzes (MS) auf eins ( $V_1 = 1$ ) die weiteren Multiplikatoren des Multiplikatorsatzes (MS) gemäß folgender Rekursionsvorschrift berechnet werden:
- 20

$$V_{i+2} = -V_i + 2 \cdot V_{i+1}$$

$$V_{i+3} = V_i + V_{i+1}$$

25  $V_{i+4} = V_i + 2 \cdot V_{i+1}$

$V_{i+5} = V_i + 3 \cdot V_{i+1}$

Vorzugsweise wird dabei eine aus zwei Multiplikatoren bestehende Multiplikatorgruppe aus dem Multiplikatorsatz selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

- 30  $\text{SNR} = 20 \log [\sqrt{2 + \sqrt{3}}] \cdot (i+2)$  hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers.

Vorzugsweise werden die folgenden Multiplikatorcoeffizienten (MK) in den Speicher des Mischers eingeschrieben:

35

$MK = \{0, V_i, V_{i+2}, 2 \cdot V_i, V_{i+2}, V_i, 0, -V_i, -V_{i+2}, -2 \cdot V_i, -2 \cdot V_{i+2}, -V_i\}.$

Bei einer alternativen Ausführungsform des 1 : 12 Mischers wird eine aus zwei Multiplikatoren ( $V_{i+3}, V_{i+2}$ ) bestehende Multiplikatorgruppe aus dem Multiplikatorsatz (MS) selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

$SNR = 20 \log \left[ \sqrt{2 + \sqrt{3}} \right] \cdot (i+5)$  hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis  $SNR_{SOLL}$  des Mischers.

10

Dabei werden vorzugsweise folgende Multiplikatoroeffizienten (MK) in den Speicher des Mischers eingeschrieben:

$MK = \{V_i, V_{i+3}, V_{i+4}, V_{i+4}, V_{i+3}, V_i, -V_i, -V_{i+3}, -V_{i+4}, -V_{i+4}, -V_{i+3}, -V_i\}.$

15

Die Multiplikatoren der Multiplikatorgruppen (MG) werden vorzugsweise in Horner-Koeffizienten zerlegt. Die Zerlegung in Horner-Koeffizienten bietet die Möglichkeit den Multiplizierer mit einfachen Shift/Adder-Strukturen aufzubauen. Hierdurch wird der schaltungstechnische Aufwand zur Implementierung der Mischeinheit erheblich reduziert. Darüber hinaus kann hierdurch eine weitere Speicherplatzeinsparung bei der Speichereinheit erreicht werden.

20

Die Erfindung schafft ferner einen Mischer zum Mischen eines digitalen Eingangssignals mit einem abgetasteten Sinussignal mit

(a) einer Multipliziereinheit zum Multiplizieren des digitalen Eingangssignals mit Multiplikatoroeffizienten (MK);

(b) und einem Koeffizientenspeicher zum Speichern von Multiplikatoroeffizienten (MK), die durch einen Adressgenerator an die Multipliziereinheit anlegbar sind,

35

(c) und mit



einem anschließbaren Koeffizientengenerator zur Erzeugung der Multiplikator-koeffizienten (MK) durch rekursive Berechnung eines Multiplikatorsatzes (MS) aus dem eine aus mehreren Multiplikatoren bestehenden Multiplikatorgruppe (MG) in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Signalrauschverhältnis  $SNR_{SOLL}$  des Mischers selektiert und entsprechende Multiplikatoren (MK) in den Koeffizientenspeicher eingeschrieben werden.

Die Erfindung schafft ferner einen Mischer zum Mischen eines digitalen Eingangssignals mit einem abgetasteten Sinussignals mit

(a) einer Berechnungsschaltung zum Berechnen von Multiplikatoren (MK) einer Multiplikatorgruppe (MG),

die mehrere Teilungsschaltungen zum Teilen des an einem Eingang des Mischers angelegten digitalen Eingangssignals und mehrere umschaltbare Addierer/Subtrahierer aufweist,

- wobei die Teilungsfaktoren der Teilungsschaltungen Hornerkoeffizienten der zerlegten Multiplikatoren (MK) der Multiplikatorgruppe (MG) sind,

- wobei die Addierer/Subtrahierer in Abhängigkeit von einem ersten aus einem Speicher ausgelesenen Steuerbit (SUB/ADD) gesteuert sind;

(b) einem Demultiplexer zum Durchschalten eines Nullwertes oder des von der Berechnungsschaltung berechneten Multiplikators (MK) in Abhängigkeit von einem zweiten aus dem Speicher ausgelesenen Steuerbit (zero); und mit

(c) einer Vorzeichenschaltung zur Ausgabe des positiven oder negativen von dem Demultiplexer durchgeschalteten Wertes an einen Ausgang des Mischers in Abhängigkeit von einem dritten aus dem Speicher ausgelesenen Steuerbit (SIGN).

Die Teilungsschaltungen sind vorzugsweise Schieberegister.

Bei bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Mischers ist ferner ein Adressgenerator zum Auslesen der Steuerbits vorgesehen.

- 5 Bei dem Speicher handelt es sich vorzugsweise um ein Read Only Memory.

Bei einer alternativen Ausführungsform ist der Speicher programmierbar.

10

Im weiteren werden bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Generieren von Multiplikatoroeffizienten sowie des erfindungsgemäßen Mischers zum Mischen eines digitalen Eingangssignals mit einem abgetasteten Sinus-  
15 signal unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale beschrieben.

Es zeigen:

- 20 Figur 1 einen Empfänger nach dem Stand der Technik;

Figur 2 einen  $1 : m$  Mischer nach dem Stand der Technik;

Figur 3 ein abgetastetes Sinussignal nach dem Stand der Technik;  
25

Figur 4 ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

- 30 Figur 5 ein Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers;

Figur 6 ein Blockschaltbild einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers;

35

Figur 7 eine Tabelle der in dem Speicher des in Figur 6 dargestellten Mischers abgespeicherten Steuersignale;

Figur 8 ein Diagramm der berechneten Multiplikatoroeffizienten bei einem 1 : 10 Mischer gemäß der Erfindung.

- 5    Figur 4 zeigt einen wesentlichen Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Generieren von Multiplikatoroeffizienten für einen 1 : m Mischer gemäß der Erfindung.

10    Nach einem Startschritt  $S_0$  werden nach einem Initialisierungsschritt zur Initialisierung von Multiplikatoren rekursiv Multiplikatoren eines Multiplikatorsatzes MS in einem Schritt  $S_1$  berechnet.

15    Anschließend wird in einem Schritt  $S_2$  aus dem berechneten Multiplikatorsatz MS eine Multiplikatorgruppe MG für eine vorgegebene Genauigkeit berechnet. Die vorgegebene Genauigkeit ergibt sich aus dem gewünschten Signalrauschverhältnis  $SNR_{sol1}$  des Mixers.

20    In einem weiteren Schritt  $S_3$  werden die Multiplikatoroeffizienten in den Speicher des Mixers entsprechend der selektierten Multiplikatorgruppe MG eingeschrieben. Das Verfahren endet im Schritt  $S_4$ .

25    Das in Figur 4 abgebildete Verfahren wird im weiteren anhand eines Beispiels erläutert. Es werden beispielhaft Multiplikatoroeffizienten für einen 1 : 10 Mischer gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren berechnet.

30    Im Schritt  $S_1$  werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zunächst zwei Multiplikatoren  $V_0$  und  $V_1$  initialisiert. Dabei wird der Multiplikator  $V_0$  auf 0 und der zweite Multiplikator  $V_1$  auf 1 initialisiert.  $V_0 = 0$ ;  $V_1 = 1$ .

35    Anschließend werden rekursiv weitere Multiplikatoren des Multiplikatorsatzes (MS) entsprechend folgender Rekursionsvorschrift berechnet:

$$V_{i+2} = V_i + V_{i+1} \text{ für alle } i = 0, 1, 2, \dots, i_{\max}$$

5 Diese Rekursion ist eine Rekursionsvorschrift zur Berechnung von Fibonacci-Zahlen. Die sich ergebenden Multiplikatoren des Multiplikatorsatzes sind:

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597 ...

10

Entsprechend einem gewünschten Signalrauschverhältnis SNR des Mischers werden aus dem oben angegebenen berechneten Multiplikatorsatz MS eine aus zwei Multiplikatoren  $V_i$ ,  $V_{i+1}$  bestehende Multiplikatorgruppe MG selektiert deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

$$(\text{SNR}) = 20 \log \left[ \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right]^2 \cdot \left( i + \frac{1}{2} \right) = 8,36 \cdot \left( i + \frac{1}{2} \right)$$

20 hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis  $\text{SNR}_{\text{sol1}}$  des Mischers.

Anschließend werden die berechneten In-Phase-Multiplikatoroeffizienten MK in den Speicher des Mischers eingeschrieben:

25

$$\text{MK} = \{0, V_i, V_{i+1}, V_{i+1}, V_i, 0, -V_i, -V_{i+1}, -V_{i+1}, -V_i, \}.$$

Bei einer alternativen Ausführungsform des 1 : 10 Mischers werden anstatt der In-Phase-Multiplikatoroeffizienten die um  $\Pi/10$  versetzten Multiplikatoroeffizienten berechnet.

30

Hierzu werden drei Multiplikatoren  $V_i$ ,  $V_{i+1}$ ,  $V_{i+2}$  aus dem aus Schritt  $S_1$  berechneten Multiplikatorsatz MS selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

$$35 \quad (\text{SNR}) = 20 \log \left[ \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right]^2 \cdot (i+1)$$

hervorrufen, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers.

Anschließend werden in dem Schritt  $S_3$  die folgenden Multiplikator-koeffizienten MK in den Speicher des Mischers eingeschrieben:

$$\text{MK} = \{V_i, V_{i+2}, 2 \cdot V_{i+2}, V_{i+2}, V_i, -V_i, -V_{i+2}, -2 \cdot V_{i+2}, -V_{i+2}, -V_i\}.$$

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch zur Berechnung von Multiplikator-koeffizienten für einen 1 : 8 Mischer eingesetzt werden.

Hierbei werden zuerst ein erster Multiplikator  $V_0$  auf 0 und ein zweiter Multiplikator  $V_i$  des Multiplikatorsatzes auf 1 initialisiert.

Anschließend werden die weiteren Multiplikatoren  $V_i$  des Multiplikatorsatzes MS entsprechend folgender Rekursionsvorschrift berechnet:

$$V_{i+2} = V_i + V_{i+1}$$

$$V_{i+3} = V_i + V_{i+2}$$

Mit dieser Rekursionsvorschrift werden die folgenden Multiplikatoren des Multiplikatorsatzes MS berechnet:

0, 1, 1, 1, 2, 3, 5, 7, 12, 17, 29, 41, 70, 99, 169, 239, 408, 577, 985, 1393, ...

30

Aus den berechneten Multiplikator-koeffizienten MK des Multiplikatorsatzes (MS) wird eine aus zwei Multiplikatoren,  $V_i$ ,  $V_{i+1}$  bestehende Multiplikatorgruppe MG selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

$\text{SNR} = 20 \log(1 + \sqrt{2}) \cdot i$  hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers.

Im Schritt  $S_3$  werden anschließend die folgenden acht Multiplikatoroeffizienten (MK) in den Speicher des Mischers eingeschrieben:

$$5 \quad MK = \{0, V_i, V_{i+1}, V_i, 0, -V_i, -V_{i+1}, -V_i\}.$$

Bei einer alternativen Ausführungsform zur Berechnung der Multiplikatoroeffizienten werden bei einem 1 : 8 Mischer zwei Multiplikatoren von  $V_i, V_{i+1}$ , die eine Multiplikatorgruppe MG bilden, aus dem Multiplikatorsatz MS selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

SNR =  $20 \log [1 + \sqrt{2}] (i+1)$  hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $SNR_{SOLL}$ ) des Mischers.

15 Anschließend werden im Schritt  $S_3$  die folgenden Multiplikatoroeffizienten MK in den Speicher des Mischers eingeschrieben:

$$20 \quad MK = \{V_i, V_{i+2}, V_{i+2}, V_i, -V_i, -V_{i+2}, -V_{i+2}, -V_i\}.$$

Bei einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Berechnungsverfahren zur Berechnung von Multiplikatoroeffizienten werden Multiplikatoroeffizienten für einen 1 : 12 Mischer berechnet.

25.

Dabei wird zunächst ein erster Multiplikator  $V_0$  auf 1 und ein zweiter Multiplikator  $V_1$  ebenfalls auf 1 initialisiert.

$$V_0 = 1$$

$$30 \quad V_1 = 1$$

Anschließend werden die weiteren Multiplikatoren des Multiplikatorsatzes MS entsprechend folgender Rekursionsvorschrift berechnet:

35

$$V_{i+2} = -V_i + 2 \cdot V_{i+1}$$

$$V_{i+3} = V_i + V_{i+1}$$

$$V_{i+4} = V_i + 2 \cdot V_{i+1}$$

$$V_{i+5} = V_i + 3 \cdot V_{i+1}$$

Die entsprechend dieser Rekursionsvorschrift berechneten Multiplikatorcoeffizienten ergeben sich zu:

1, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11, 15, 19, 26, 41, 56, 71, 97, 153, 209, 265, 362, 571, 780, 989, 1351, ...

10 In einem Schritt  $S_2$  des erfindungsgemäßen Verfahrens wird aus dem Multiplikatorsatz eine aus zwei Multiplikatoren  $V_i, V_{i+2}$  bestehende Multiplikatorgruppe MG selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

$$\text{SNR} = 20 \log \left[ \sqrt{2 + \sqrt{3}} \right] \cdot (i+2) \text{ hervorruft, das höher ist als das}$$

15 vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers, wobei  $i = 0, 4, 8, \dots$

Anschließend werden in einem Schritt  $S_3$  die folgenden zwölf Multiplikatorcoeffizienten MK in den Speicher des Mischers  
20 eingeschrieben:

$$\text{MK} = \{0, V_i, V_{i+2}, 2 \cdot V_i, V_{i+2}, V_i, 0, -V_i, -V_{i+2}, -2 \cdot V_i, -2 \cdot V_{i+2}, -V_i\} \text{ für } i = 0, 1, 4, 5, 8, 9 \dots$$

5 Bei einer alternativen Ausführungsform zur Berechnung der Multiplikatorcoeffizienten des 1 : 12 Mischers wird für eine andere aus zwei Multiplikatoren  $V_{i+3}, V_{i+4}$  bestehende Multiplikatorgruppe MG aus dem Multiplikatorsatz MS selektiert, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

30  $\text{SNR} = 20 \log \left[ \sqrt{2 + \sqrt{3}} \right] \cdot (i+5) \text{ hervorruft, das höher ist als das}$

vorgegebene Signalrauschverhältnis  $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$  des Mischers, wobei  $i = 1, 5, 9 \dots$

Es werden in einem Schritt  $S_3$  anschließend die folgenden Multiplikatorcoeffizienten MK in den Speicher des Mischers ein-  
35 geschrieben:

$MK = \{V_i, V_{i+3}, V_{i+4}, V_{i+4}, V_{i+3}, V_i, -V_i, -V_{i+3}, -V_{i+4}, -V_{i+4}, -V_{i+3}, -V_i\}$  für  $i = 1, 3, 5 \dots$

In den oben dargestellten Beispielen wurden Multiplikator-  
effizienten für einen 1 : 10, einen 1 : 8 und einen 1 : 12  
Mischer berechnet. Den berechneten Multiplikator-koeffizienten  
lassen sich 1 : m Mischer gemäß der Erfindung, wie in Figur 5  
dargestellt, realisieren. Bei dem in Figur 5 dargestellten  
Beispiel handelt es sich um einen 1 : 10 Mischer. Der erfin-  
dungsgemäße Mischer 1 weist einen Signaleingang 2 und einen  
Signalausgang 3 auf. Das von dem Analog/Digitalwandler gewan-  
delte digitale Eingangssignal gelangt von dem Eingang 2 des  
Mischers 1 über Leitungen 4 zu einem ersten Eingang 5 einer  
Multipliziereinheit 6. Die Multipliziereinheit 6 multipli-  
ziert das digitale Eingangssignal mit abgespeicherten Abtast-  
werten, die der Multipliziereinheit 6 über Leitungen 7 aus  
einem Speicher 8 zugeführt werden. Die Anzahl der Leitungen  
zwischen dem Speicher 8 und der Multipliziereinheit 6 ent-  
spricht der Wortbreite des Speichers WB. Die aus dem Speicher  
8 ausgelesenen Multiplikator-koeffizienten  $MM_i$  werden über die  
Leitungen 7 an einem zweiten Eingang 9 der Multiplizierein-  
heit 6 angelegt. Die Multipliziereinheit 6 multipliziert den  
am Eingang 5 anliegenden digitalen Eingangswert mit dem Si-  
nus-Abgangswert bzw. Multiplikator  $MK_i$  zu einem Digitalwert,  
der über einen Ausgang 10 der Multipliziereinheit 6 und Lei-  
tungen 11 an einen nachgeschalteten Normierer 12 abgegeben  
wird. Der Normierer 12 ist über Leitungen 13 mit dem Ausgang  
3 des erfindungsgemäßen Mischers 1 verbunden.

Der Speicher 8 wird über Adressleitungen 14 von einem Adress-  
generator 15 des Mischers 1 angesteuert. Der Adressgenerator  
15 aktiviert zyklisch die in dem Speicher 8 der Speicherein-  
heit abgespeicherten Multiplikator-koeffizienten  $MK_i$  zur Mul-  
tiplikation innerhalb der Multipliziereinheit 6.

35

Die abgespeicherten Multiplikator-koeffizienten  $MK_i$  lassen  
sich darstellen als:



$MKI = W_i \times 2^k$ , wobei  $W_i \leq 1$  ist.

Die der Multipliziereinheit 6 nachgeschaltete Normiereinheit 12 ist zur Normierung des Ausgabewertes der Multipliziereinheit 6 vorgesehen, wobei der Normierer 12 im wesentlichen aus einem Schieberegister besteht, das den Ausgabewert der Multipliziereinheit 6 um eine bestimmte Anzahl von Stellen nach rechts verschiebt.

10

Bei dem Speicher 8 des Mischers 1 handelt es sich vorzugsweise um ein Read Only Memory, in dem die berechneten Multiplikatoroeffizienten MKI fest gespeichert sind.

15 Bei einer alternativen Ausführungsform handelt es sich bei der Speichereinheit 8 um einen programmierbaren Speicher, der über Programmierleitungen 16 an einen Multiplikatoroeffizientengenerator 17 anschließbar ist. In dem Koeffizientengenerator 17 werden gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren die  
20 Multiplikatoroeffizienten berechnet und in den Speicher 8 eingeschrieben. Vorzugsweise kann hierzu dem Koeffizientengenerator 17 das Mischungsverhältnis  $m$  und das gewünschte Signalrauschverhältnis  $SNR_{soll}$  zur Berechnung zugeführt werden. In Abhängigkeit von dem anliegenden Mischungsverhältnis

25  $m = 8, 10, 12$  und dem gewünschten Signalrauschverhältnis  $SNR_{soll}$  berechnet der Koeffizientengenerator 17 die notwendigen Multiplikatoroeffizienten  $MM_i$  die in dem Speicher 8 abgelegt werden.

30 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich Multiplikatoroeffizienten für einen 1 : 8, einen 1 : 10 und einen 1 : 12 Mischer auf einfache Weise berechnen. Dabei lassen sich jeweils Multiplikatoroeffizienten  $MM_i$  für einen Inphasen-Koeffizientensatz und einen Gegenphasen-Koeffizientensatz  
35 ausrechnen. Dabei ist die Phasenverschiebung zwischen einem Mischer mit Inphasen-Koeffizientensatz und einem Mischer mit Gegenphasen-Koeffizientensatz bei einem 1 : 8 Mischer  $\Pi/8$ ,

bei einem 1 : 10 Mischer  $\Pi/10$  und bei einem 1 : 12 Mischer  $\Pi/12$ .

5 Mischer mit doppelter Periodenlänge, d.h. ein 1 : 16 Mischer, ein 1 : 20 Mischer und ein 1 : 24 Mischer kann erfindungsgemäß in einfacher Weise realisiert werden, indem man in den Speicher 8 sowohl den Inphasen-Koeffizientensatz als auch den Gegenphasen-Koeffizientensatz abspeichert.

10 Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers wird hinter der Multipliziereinheit 6 noch eine Verstärkungsregelung durchgeführt.

15 Bei dem erfindungsgemäßen 1 : m gemäß der ersten Ausführungsform, wie sie in Figur 5 dargestellt ist, zeichnen sich die berechneten Multiplikator-Koeffizienten MK dadurch aus, dass sie bei einer vorgegebenen Wortbreite WB den abgetasteten Sinus mit der höchstmöglichen Genauigkeit abbilden.

20 Figur 6 zeigt eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers 1.

25 Bei dieser besonders bevorzugten Ausführungsform wird die in Figur 5 dargestellte Multipliziereinheit 6 durch eine Schieberegister/Addiererstruktur ersetzt, so dass der schaltungstechnische Aufwand des erfindungsgemäßen Mischers 1 stark vermindert wird.

30 Hierzu werden die erfindungsgemäß berechneten Multiplikatoren der Multiplikatorgruppe MG in Horner-Koeffizienten zerlegt.

Die Horner-Zerlegung wird im folgenden beispielhaft erläutert.

35 Bei der in Figur 6 dargestellten Ausführungsform handelt es sich um einen 1 : 10 Mischer. Bei dem erfindungsgemäßen Ver-

fahren wird zunächst in einem Schritt  $S_1$  der aus vielen Multiplikatoren bestehende Multiplikatorsatz MS berechnet.

Anschließend werden in einem Schritt  $S_2$  zwei Multiplikatoren als Multiplikatorgruppe MG aus dem berechneten Multiplikatorsatz MS in Abhängigkeit von einem positiven Signalrauschverhältnis  $SNR_{sol1}$  selektiert. Bei dem dargestellten Beispiel werden beispielsweise die Multiplikatoren

$V_i = 55$  und

10  $V_{i+1} = 89$

aus dem Multiplikatorsatz MS selektiert, die das gewünschte Signalrauschverhältnis  $SNR_{sol1}$  liefern.

Die nächst höhere 2-er Potenz des größeren Multiplikators 89 ist 128.

Die beiden Multiplikatoren 55, 89 werden entsprechend dem Horner-Schema wie folgt zerlegt:

20  $55 : 128 = -1/128 + 1/16 - 1/8 + 1/2 = (((-1/8+1):2-1):4+1):2$

$89 : 128 = +1/128 + 1/16 + 1/8 + 1/2 = (((+1/8+1):2+1):4+1):2$

Figur 6 zeigt die schaltungstechnische Implementierung des erfindungsgemäßen Mischers 1 für einen 1 : 10 Mischer für die Multiplikatorcoeffizienten 55, 89.

Der erfindungsgemäße Mischer 1 enthält eine Berechnungsschaltung 18 zum Berechnen der Multiplikatorcoeffizienten  $MK1 = 55$  und  $MK2 = 89$  der Multiplikatorgruppe 55, 89. Die Berechnungsschaltung 18 besteht aus mehreren Teilungsschaltungen 19-1, 19-2, 19-3, 19-4 und zwischengeschalteten Addierern/Subtrahieren 20-1, 20-2, 20-3.

Bei den Teilungsschaltungen 19-i handelt es sich vorzugsweise um Schieberegister, die den angelegten Digitalwert um ein paar Bits nach rechts verschieben. Bei einer Teilung durch

den Faktor 8 wird beispielsweise der angelegte Digitalwert um 3 Bits nach rechts verschoben ( $2^3 = 8$ ). Die umschaltbaren Addierer/Subtrahierer 20-i addieren oder subtrahieren die angelegten Werte in Abhängigkeit von einem Sub/Add-Steuersignal, das über eine Steuerleitung 21 an die Berechnungsschaltung 18 angelegt wird. Das zugehörige Steuerbit wird in einem Speicher 22 abgespeichert. In dem Speicher 22 der in Figur 6 dargestellten zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers 1 wird im Gegensatz zu dem Speicher 8 der in Figur 5 dargestellten ersten Ausführungsform nicht der Multiplikator-koeffizient  $MK_i$  selbst abgespeichert, sondern Steuer-Bits zu Generierung des Multiplikator-koeffizienten.

Bei dem in Figur 6 dargestellten Beispiel wird der Addier/Subtrahier-Einheit 20-1 und der Addier/Subtrahier-Einheit 20/2 das erste Steuer-Bit Sub/Add zugeführt, wobei wenn das Steuer-Bit logisch 0 ist, eine Addition und wenn das Steuer-Bit 1 ist, eine Subtraktion erfolgt.

Der Berechnungsschaltung 8 ist ein Demultiplexer 23 nachgeschaltet, der über eine weitere Steuerleitung 24 ein Zero-Steuer-Bit aus dem Speicher 22 empfängt.

In Abhängigkeit von dem empfangenen Zero-Steuer-Bit schaltet der Demultiplexer 23 entweder den durch die Berechnungsschaltung 18 berechneten Multiplikator MK oder eine angelegte 0 durch. Ist das Zero-Steuer-Bit null schaltet der Demultiplexer 23 den Nullwert an eine nachgeschaltete Vorzeichenschaltung 25 durch. Ist das Zero-Steuer-Bit logisch niedrig wird umgekehrt der von der Berechnungsschaltung 18 berechnete Multiplikatorwert MK an die Vorzeichenschaltung 25 durch den Demultiplexer 23 durchgeschaltet. Die Vorzeichenschaltung 25 besteht aus einem Invertierglied 26, einem Addierer 27 und einem Demultiplexer 28, der durch ein weiteres Steuer-Bit (SIGN) über eine Steuerleitung 29 angesteuert wird. Die Invertierschaltung 26 invertiert den von dem Demultiplexer 23 abgegebenen Wert, der anschließend mit einem Wert 1 aufsum-

miert wird. Ist das Steuer-Bit SIGN logisch 1 schaltet der Demultiplexer 28 den invertierten Wert an den Ausgang des Mischers 1 durch. Im umgekehrten Fall wird der nicht invertierte von dem Demultiplexer 28 abgegebene Multiplikator-koeffizient  $MK_i$  ausgegeben.

Figur 7 zeigt den Speicherinhalt des in Figur 6 dargestellten Speichers 22. In dem Speicher 22 sind für jeden zu berechnenden Multiplikator-koeffizient  $MK_i$  des aus zehn Koeffizienten bestehenden Multiplikator-koeffizientensatzes MS jeweils drei Steuer-Bits abgespeichert, so dass die Speichergröße bei dem dargestellten Beispiel  $10 \times 3$  Bit beträgt. Die Speichergröße des Speichers 22 ist somit im Vergleich zu der Speichergröße des in Figur 5 dargestellten Mischers gemäß der ersten Ausführungsform und herkömmlichen Mischern erheblich geringer.

Der Adressgenerator 15 generiert zyklisch die Speicheradressen der zehn Register des Speichers 22 in dem sich jeweils drei Steuer-Bits befinden. Die ausgelesenen Steuer-Bits Sub/Add, Zero, SIGN, steuern über die Steuerleitungen 21, 24, 29 die Berechnungsschaltung 8, den Demultiplexer 23 sowie die Vorzeichenschaltung 25 an. Diese generieren an dem Ausgang die beiden Multiplikator-koeffizienten 55, 89 bzw. -55, -89 der Multiplikatorgruppe.

Figur 8 zeigt den Ausgang des in Figur 6 dargestellten 1 : 10 Mischers gemäß der Erfindung für die beiden Multiplikator-koeffizienten 55, 89. Wie man Figur 8 entnehmen kann, bilden die Multiplikator-koeffizienten 55, 89 sehr genau einen abgetasteten Sinus nach.

Der in Figur 6 dargestellte 1 : 10 Mischer weist einen minimalen schaltungstechnischen Aufwand für die Berechnungsschaltung 18 auf. Darüber hinaus kann die Speichergröße des Speichers 22 minimiert werden, da lediglich Steuerbits abgespeichert sind und nicht die Multiplikator-koeffizienten  $MK_i$  selbst.

Bei der in Figur 6 dargestellten Ausführungsform ist der Speicher 22 ein ROM-Speicher. Bei einer alternativen Ausführungsform ist der Speicher 22 über Programmierleitungen programmierbar.

5

## Bezugszeichenliste

	1	Mischer
	2	Eingang
5	3	Ausgang
	4	Leitung
	5	Eingang
	6	Multipliziereinheit
	7	Leitung
10	8	Speicher
	9	Eingang
	10	Ausgang
	11	Leitung
	12	Normierer
15	13	Leitungen
	14	Adressleitungen
	15	Adressgenerator
	16	Programmierleitungen
	17	Koeffizientengenerator
20	18	Berechnungsschaltung
	19	Teilungsschaltungen
	20	Subtrahierer/Addierer
	21	Steuerleitung
	22	Speicher
25	23	Demultiplexer
	24	Steuerleitung
	25	Vorzeichenschaltung
	26	Invertierschaltung
	27	Addierer
30	28	Demultiplexer
	29	Steuerleitung

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Generieren von Multiplikatorcoeffizienten für einen (1 : m) - Mischer mit den folgenden Schritten:

5

(a) Rekursives Berechnen eines Multiplikatorsatzes (MS);

(b) Selektieren einer aus mehreren Multiplikatoren bestehenden Multiplikatorgruppe (MG) aus dem berechneten Multiplikatorsatz (MS) in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Signal-Rauschverhältnisses ( $SNR_{SOLL}$ ) des Mischers;

10



15

(c) Einschreiben von Multiplikatorcoeffizienten (MK) in einen Speicher des Mischers entsprechend der selektierten Multiplikatorgruppe (MG).

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Mischer ein 1 : 10 - Mischer ist,

20

wobei bei der rekursiven Berechnung nach Initialisierung eines ersten Multiplikators  $V_0$  des Multiplikatorsatzes (MS) auf Null ( $V_0 = 0$ ) und eines zweiten Multiplikators  $V_1$  des Multiplikatorsatzes (MS) auf eins ( $V_1 = 1$ )

25

die weiteren Multiplikatoren des Multiplikatorsatzes (MS) gemäß folgender Rekursionsvorschrift berechnet werden:

$$V_{i+2} = V_i + V_{i+1} \text{ für alle } i = 0, 1, 2 \dots i_{\max}$$

30

3. Verfahren nach Anspruch 2,

wobei

eine aus zwei Multiplikatoren ( $V_i, V_{i+1}$ ) bestehende Multiplikatorgruppe (MG) aus dem Multiplikatorsatz (MS) selektiert wird,

35

deren Laufindex i ein Signalrauschverhältnis



$$(\text{SNR}) = 20 \log \left[ \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right]^2 \cdot \left( i + \frac{1}{2} \right)$$

hervorgerufen, das höher ist als das vorgegebene Signal-Rauschverhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers.

5 4. Verfahren nach Anspruch 3,

wobei

die folgenden Multiplikatorcoeffizeinten (MK) in den Speicher eingeschrieben werden:

$$10 \quad \text{MK} = \{0, V_i, V_{i+1}, V_{i+1}, V_i, 0, -V_i, -V_{i+1}, -V_{i+1}, -V_i\}.$$

5. Verfahren nach Anspruch 2,

wobei

eine aus drei Multiplikatoren ( $V_i, V_{i+1}, V_{i+2}$ ) bestehende Mul-

15 tiplikatorgruppe (MG) aus dem Multiplikatorsatz (MS) selektiert wird, der deren Laufindex i ein Signalrauschverhältnis

$$(\text{SNR}) = 20 \log \left[ \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right]^2 \cdot (i+1)$$

hervorrufen, das höher ist als das vorgegebene Signalrausch-  
20 verhältnis ( $\text{SNR}_{\text{SOLL}}$ ) des Mischers.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

wobei

die folgenden Multiplikatorcoeffizienten (MK) in den Speicher  
25 des Mischers eingeschrieben werden:

$$\text{MK} = \{V_i, V_{i+2}, 2 \cdot V_{i+2}, V_{i+2}, V_i, -V_i, -V_{i+2}, -2 \cdot V_{i+2}, -V_{i+2}, -V_i\}.$$

7. Verfahren nach Anspruch 1,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass der Mischer ein 1 : 8 - Mischer ist,

wobei

bei der rekursiven Berechnung nach Initialisierung

eines ersten Multiplikators  $V_0$  des Multiplikatorsatzes auf

35 Null ( $V_0 = 0$ ) und eines zweiten Multiplikators  $V_1$  des Multi-

plikatorsatzes (MS) auf eins ( $V_1 = 1$ ) die weiteren Multiplikatoren des Multiplikatorsatzes (MS) gemäß folgender Rekursionsvorschrift berechnet werden:

$$\begin{aligned} 5 \quad V_{i+2} &= V_i + V_{i+1} \\ V_{i+3} &= V_i + V_{i+2} \end{aligned}$$

für alle geradzahligen  $i = 0, 2, 4 \dots i_{\max}$ .

10 8. Verfahren nach Anspruch 7,  
wobei

eine aus zwei Multiplikatoren ( $V_i, V_{i+1}$ ) bestehenden Multiplikatorgruppe (MG) aus dem Multiplikatorsatz (MS) selektiert wird, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

15  $SNR = 20 \log (1 + \sqrt{2}) * i$  hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $SNR_{SOLL}$ ) des Mischers.

9. Verfahren nach Anspruch 1,  
wobei

20 die folgenden Multiplikatorcoeffizienten (MK) in den Speicher des Mischers eingeschrieben werden:

$$MK = \{0, V_i, V_{i+1}, V_i, 0, -V_i, -V_{i+1}, -V_i\}.$$

25 10. Verfahren nach Anspruch 7,  
wobei

eine aus zwei Multiplikatoren ( $V_i, V_{i+1}$ ) bestehende Multiplikatorgruppe (MG) aus dem Multiplikatorsatz (MS) selektiert wird, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

30  $SNR = 20 \log [1 + \sqrt{2}] (i+1)$  hervorruft, das höher ist als das vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $SNR_{SOLL}$ ) des Mischers.

11. Verfahren nach Anspruch 10,  
wobei

35 die folgenden Multiplikatorcoeffizienten (MK) in den Speicher des Mischers eingeschrieben werden:

$MK = \{V_i, V_{i+2}, V_{i+2}, V_i, -V_i, -V_{i+2}, -V_{i+2}, -V_i\}.$

12. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,

5 dass der Mischer ein 1 : 12 - Mischer ist,  
wobei

bei der rekursiven Berechnung nach Initialisierung  
eines ersten Multiplikators  $V_0$  des Multiplikatorsatzes (MS)  
auf eins ( $V_0 = 1$ ) und

10 eines zweiten Multiplikators  $V_1$  des Multiplikatorsatzes (MS)  
auf eins ( $V_1 = 1$ ) die weiteren Multiplikatoren des Multipli-  
katorsatzes (MS) gemäß folgender Rekursionsvorschrift berech-  
net werden:

15  $V_{i+2} = -V_i + 2 \cdot V_{i+1}$

$V_{i+3} = V_i + V_{i+1}$

$V_{i+4} = V_i + 2 \cdot V_{i+1}$

$V_{i+5} = V_i + 3 \cdot V_{i+1}$

20 für alle  $i = 0, 4, 8 \dots i_{\max}$

13. Verfahren nach Anspruch 12,

wobei

eine aus zwei Multiplikatoren ( $V_i, V_{i+2}$ ) bestehende Multipli-  
25 katorgruppe (MG) aus dem Multiplikatorsatz (MS) selektiert

wird, deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

$SNR = 20 \log \left[ \sqrt{2 + \sqrt{3}} \right] \cdot (i + 2)$  hervorruft, das höher ist als das

vorgegebene Signalrauschverhältnis ( $SNR_{SOLL}$ ) des Mischers.

30 14. Verfahren nach Anspruch 13,

wobei

die folgenden Multiplikatoroeffizienten (MK) in den Speicher  
des Mischers eingeschrieben werden:

35  $MK = \{0, V_i, V_{i+2}, 2 \cdot V_i, V_{i+2}, V_i, 0, -V_i, -V_{i+2}, -2 \cdot V_i, -2 \cdot V_{i+2}, -V_i\}.$

15. Verfahren nach Anspruch 12,

wobei

eine aus zwei Multiplikatoren ( $V_{i+3}$ ,  $V_{i+4}$ ) bestehende Multiplikatorgruppe aus dem Multiplikatorsatz (MS) selektiert wird,

5 deren Laufindex  $i$  ein Signalrauschverhältnis

$SNR = 20 \log \left[ \sqrt{2 + \sqrt{3}} \right] \cdot (i + 5)$  hervorruft, das höher ist als das

vorgegebene Signalrauschverhältnis  $SNR_{SOLL}$  des Mischers.

16. Verfahren nach Anspruch 15,

10 wobei

die folgenden Multiplikatoroeffizienten (MK) in den Speicher des Mischers eingeschrieben werden:

15  $MK = \{V_i, V_{i+3}, V_{i+4}, V_{i+4}, V_{i+3}, V_i, -V_i, -V_{i+3}, -V_{i+4}, -V_{i+4}, -V_{i+3}, -V_i\}.$

17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Multiplikatoren der Multiplikatorgruppen (MG) in

20 Horner-Koeffizienten zerlegt werden.

18. Mischer zum Mischen eines digitalen Eingangssignals mit einem abgetasteten Sinussignal mit:

5 (a) einer Multipliziereinheit zum Multiplizieren des digitalen Eingangssignals mit Multiplikatoroeffizienten (MK);

(b) und einem Koeffizientenspeicher zum Speichern von Multiplikatoroeffizienten (MK), die durch einen Adressgenerator  
30 an die Multipliziereinheit anlegbar sind,

(c) und mit

einem anschließbaren Koeffizientengenerator zur Erzeugung der Multiplikatoroeffizienten (MK) durch rekursive Berechnung

35 eines Multiplikatorsatzes (MS) aus dem eine aus mehreren Multiplikatoren bestehenden Multiplikatorgruppe (MG) in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Signalrauschverhältnis  $SNR_{SOLL}$

des Mischers selektiert und entsprechende Multiplikatoren (MK) in den Koeffizientenspeicher eingeschrieben werden.

19. Mischer zum Mischen eines digitalen Eingangssignals mit  
5 einem abgetasteten Sinussignal mit:

(a) einer Berechnungsschaltung zum Berechnen von Multiplikatoren (MK) einer Multiplikatorgruppe (MG),  
die mehrere Teilungsschaltungen zum Teilen des an einem Eingang des Mischers angelegten digitalen Eingangssignals und  
10 mehrere umschaltbare Addierer/Subtrahierer aufweist,  
- wobei die Teilungsfaktoren der Teilungsschaltungen Hornerkoeffizienten der zerlegten Multiplikatoren (MK) der Multiplikatorgruppe (MG) sind,  
15 - wobei die Addierer/Subtrahierer in Abhängigkeit von einem ersten aus einem Speicher ausgelesenen Steuerbit (SUB/ADD) gesteuert sind;

(b) einem Demultiplexer zum Durchschalten eines Nullwertes  
20 oder des von der Berechnungsschaltung berechneten Multiplikators (MK) in Abhängigkeit von einem zweiten aus dem Speicher ausgelesenen Steuerbit (zero); und mit

(c) einer Vorzeichenschaltung zur Ausgabe des positiven oder  
25 negativen von dem Demultiplexer durchgeschalteten Wertes an einen Ausgang des Mischers in Abhängigkeit von einem dritten aus dem Speicher ausgelesenen Steuerbit (SIGN).

20. Mischer nach Anspruch 19,  
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Teilungsschaltungen Schieberegister sind.

21. Mischer nach Anspruch 19,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
35 dass ein Adressgenerator zum Auslesen der Steuerbits aus dem Speicher vorgesehen ist.

22. Mischer nach Anspruch 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Speicher ein Read-Only-Memory (ROM) ist.

5 23. Mischer nach Anspruch 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Speicher programmierbar ist.

### Zusammenfassung

Mischer zum Mischen eines digitalen Eingangssignals mit einem abgetasteten Sinussignal mit einer Berechnungsschaltung zum

5 Berechnen von Multiplikatoren (MK) einer Multiplikatorgruppe (MG), die mehrere Teilungsschaltungen zum Teilen des an einem Eingang des Mixers angelegten digitalen Eingangssignals und mehrere umschaltbare Addierer/Subtrahierer aufweist, wobei die Teilungsfaktoren der Teilungsschaltungen Horner-

10 Koeffizienten der zerlegten Multiplikatoren (MK) der Multiplikatorgruppe (MG) sind, wobei die Addierer/Subtrahierer in Abhängigkeit von einem ersten aus einem Speicher ausgelesenen Steuerbit (SUB/ADD) gesteuert sind; einem Demultiplexer zum

15 Durchschalten eines Nullwertes oder des von der Berechnungsschaltung berechneten Multiplikators (MK) in Abhängigkeit von einem zweiten aus dem Speicher ausgelesenen Steuerbit (zero); und mit einer Vorzeichenschaltung zur Ausgabe des positiven oder negativen von dem Demultiplexer durchgeschalteten Wertes an einen Ausgang des Mixers in Abhängigkeit von einem drit-

20 ten aus dem Speicher ausgelesenen Steuerbit (SIGN).

Figur 6

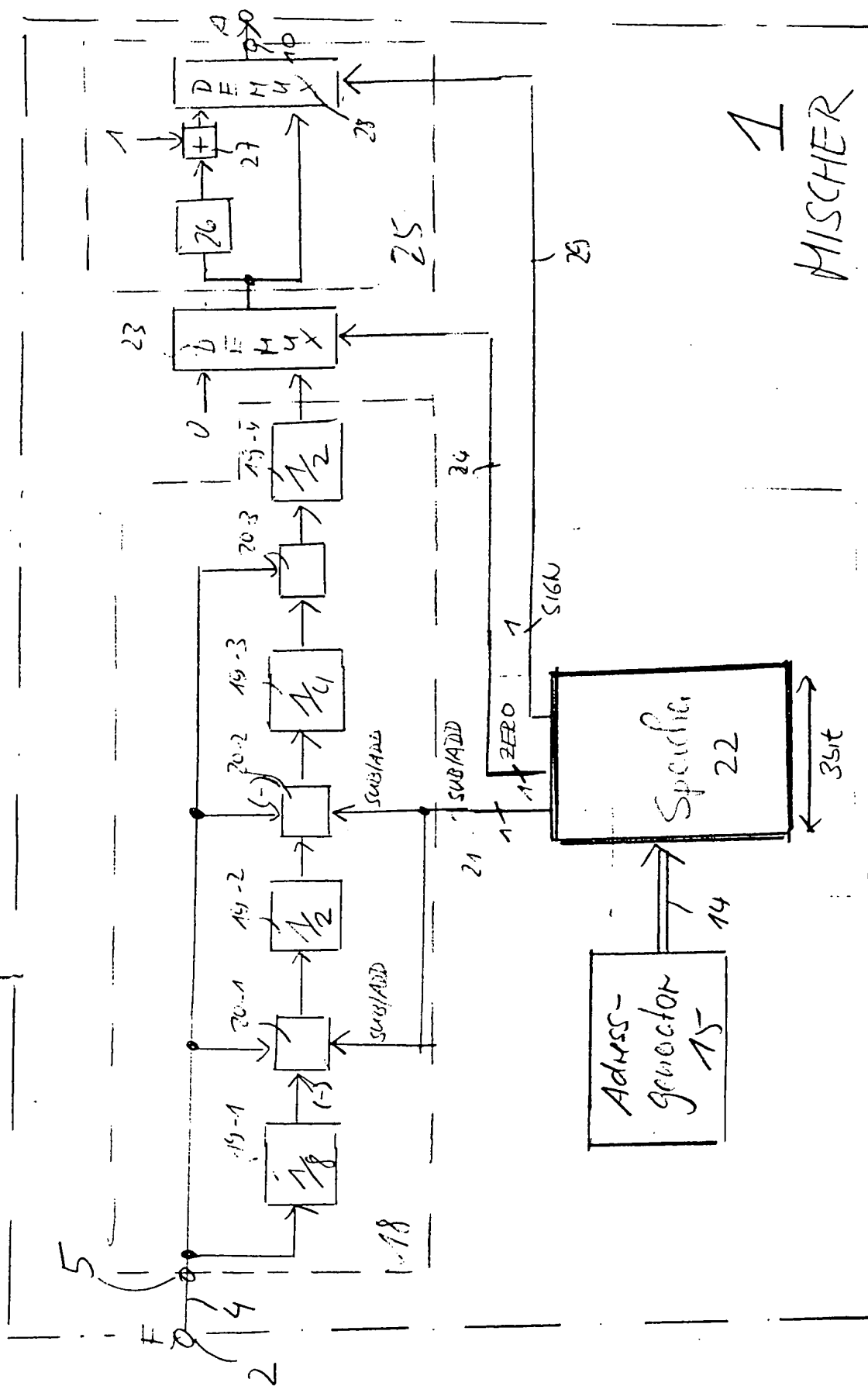
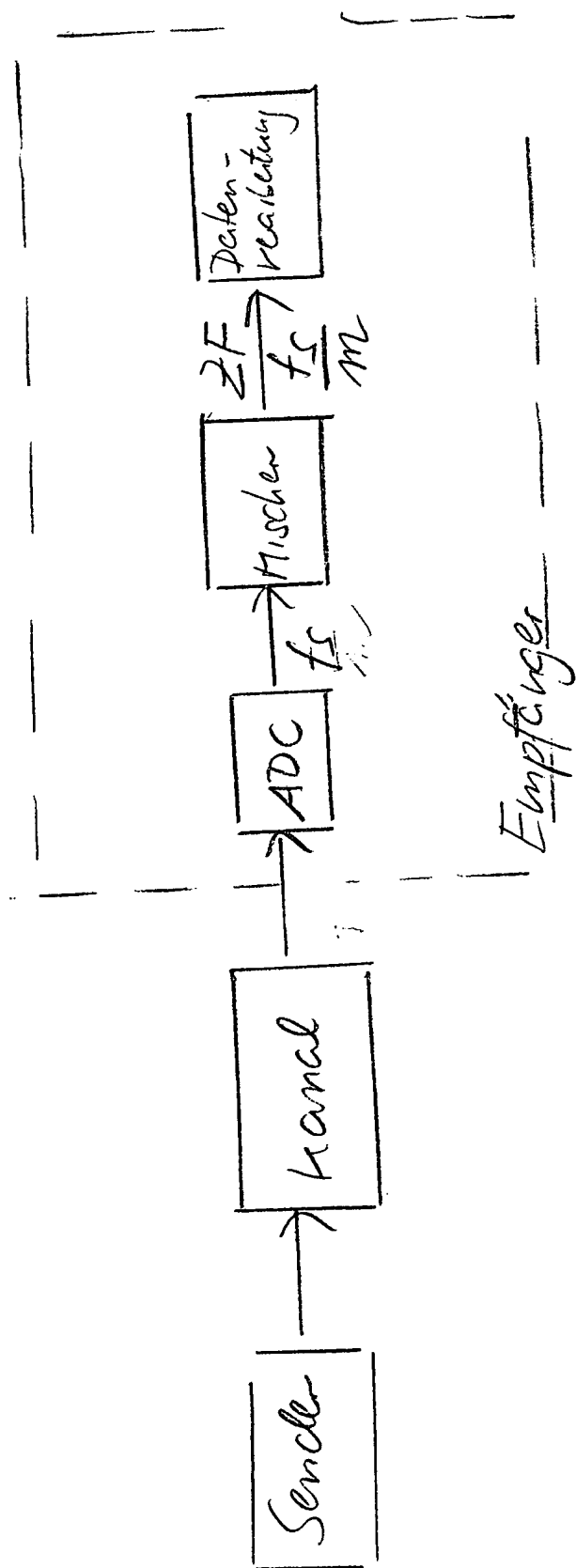


Fig. 6





1/8

Fig 1

Stand der  
Technik

2/8

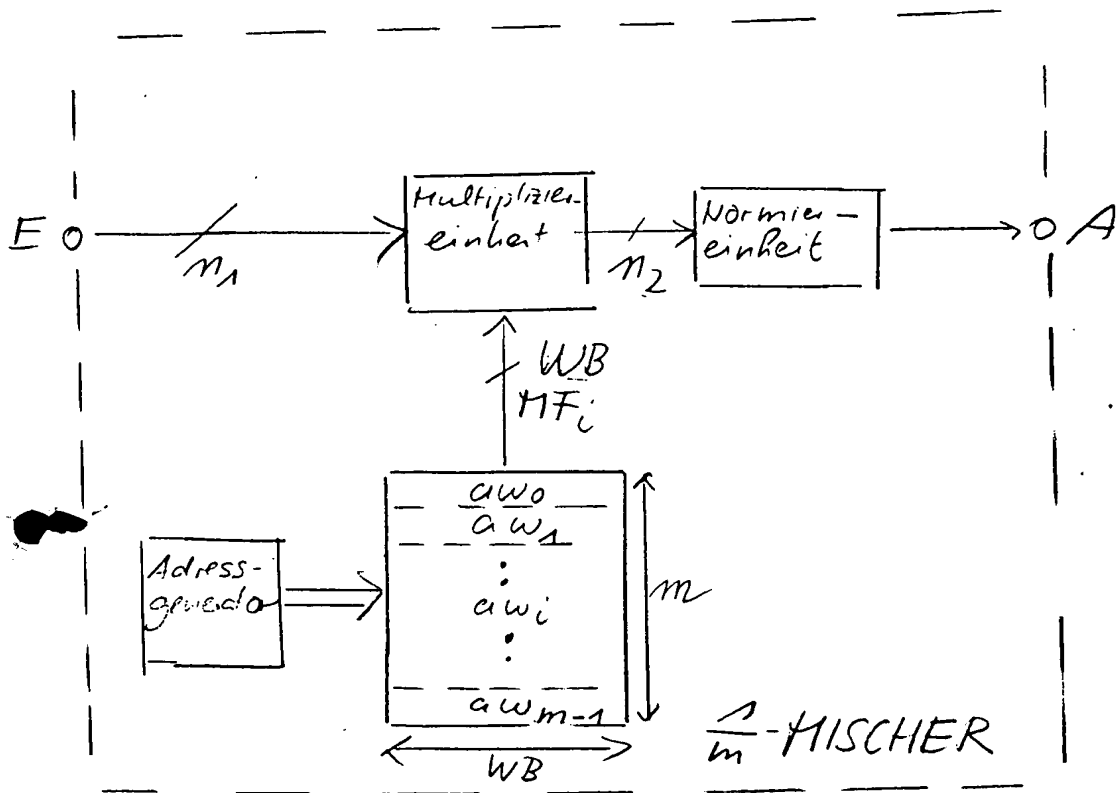


Fig. 2      Stand der Technik

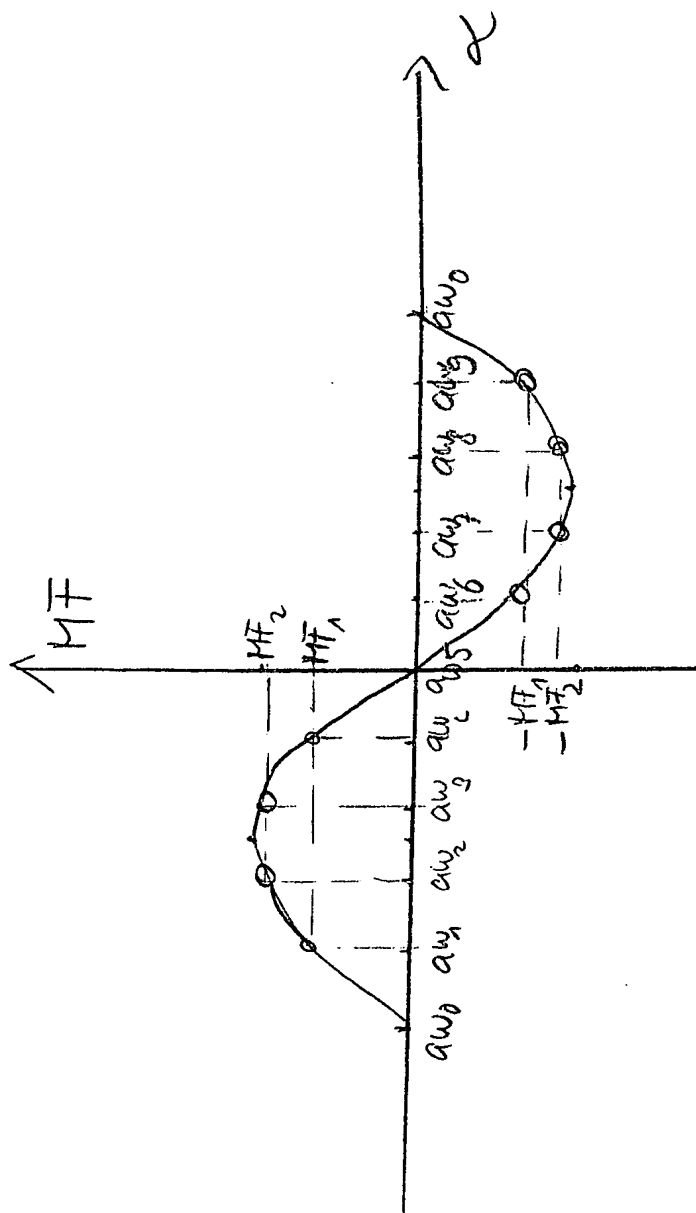


Fig. 3 Stand der  
Technik

4/8

(Start) S0

Initialisieren

rekursive  
Berechnung  
eines  
Multiplikator-  
satzes

S1

Selektion von  
Multiplikator-  
gruppe (M<sub>6</sub>)  
aus Multiplikator-  
satz für  
vorgegebene  
Genauigkeit

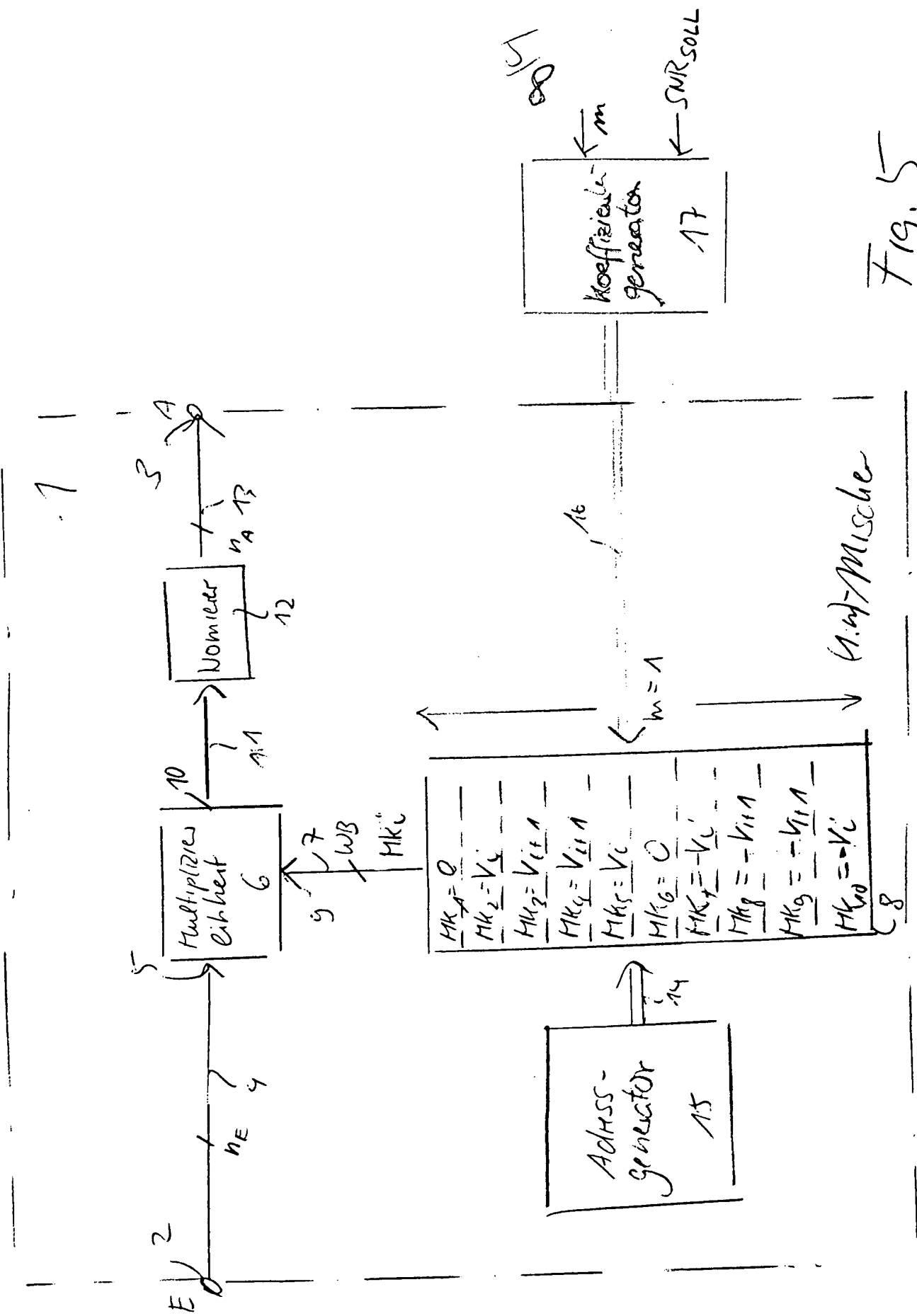
S2

Einschreiben von  
Multiplikatorkoeffizienten  $H_i$   
in Fließ-Speicher  
entsprechend der  
selektierten Multiplikator-  
faktorgruppe

S3

(Ende) S4

Fig 4



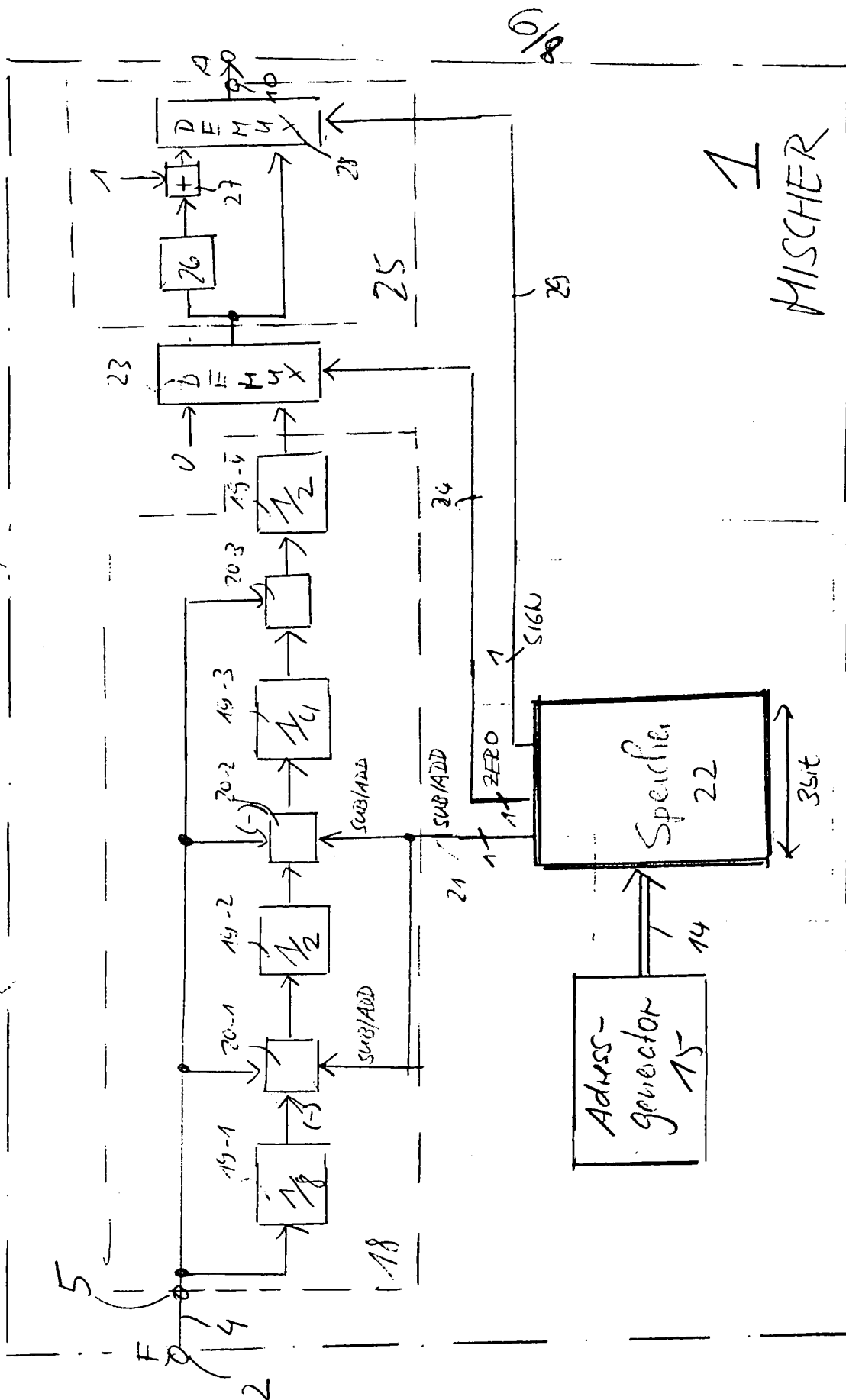


Fig. 6

2/8

$\frac{1}{10}$  MISCHER

SUB/ADD	ZERO	SIGN	A
<del>1</del>	0	0	0
1	0	0	55
0	0	0	89
0	0	0	89
1	0	0	55
<del>1</del>	1	0	0
1	0	1	-55
0	0	1	-89
0	0	1	-89
1	0	1	-55

Fig. 7

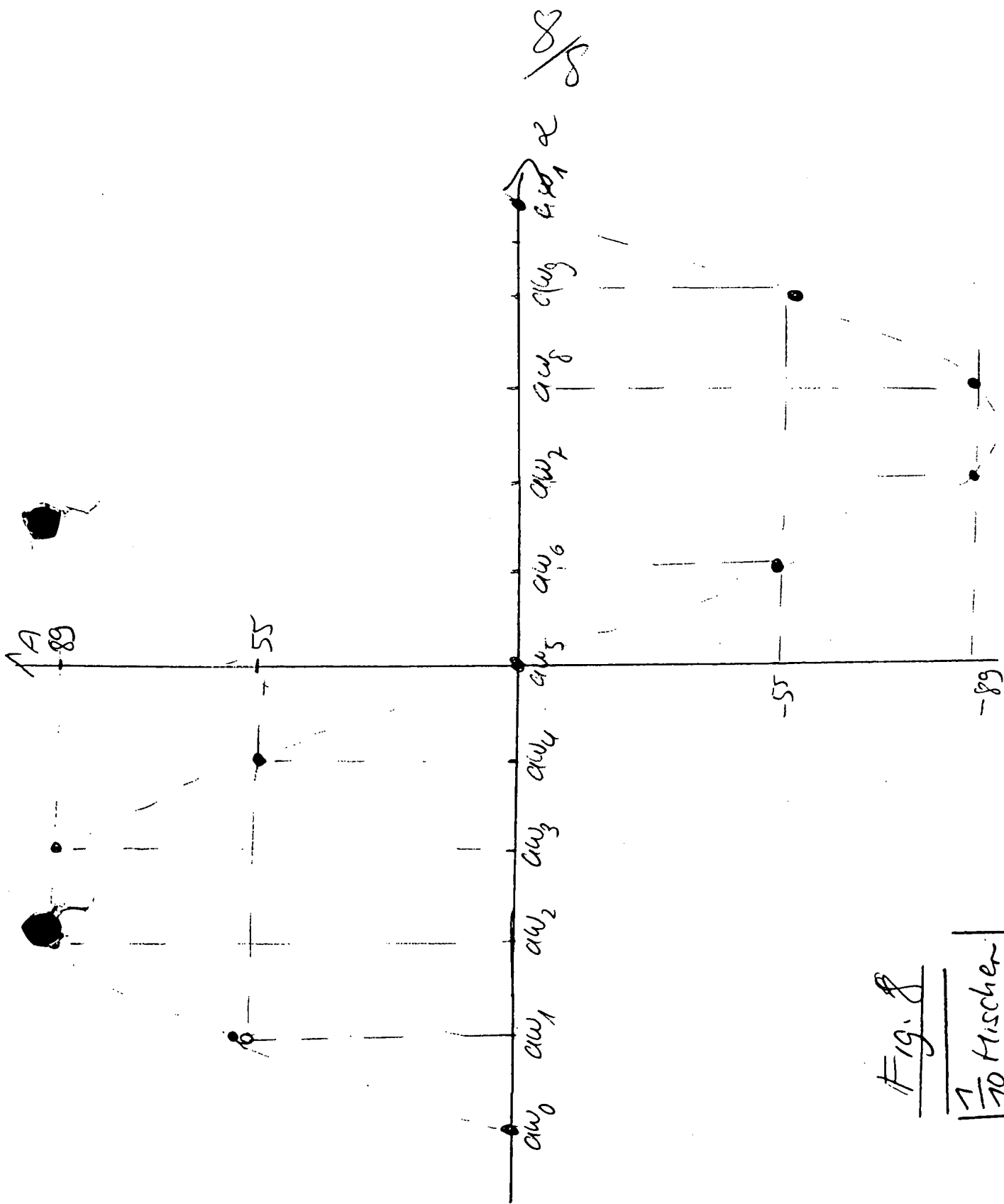


Fig. 8  
10 Hischen